

## Re-Analisis Bangunan Atas Jembatan Kapuas 1 Dengan Menggunakan Program

Siswoyo Hadi<sup>1)</sup>, Abdul Hamid<sup>2)</sup>, Yoke Lestyowati<sup>2)</sup>

### Abstrak

Jembatan Kapuas 1 dibangun pada tahun 1980 – 1981, merupakan urat nadi provinsi Kalimantan Barat dan menjadi tumpuan pembangunan kota Pontianak karena secara geografis provinsi Kalimantan Barat terbelah oleh sungai Kapuas. Seiring dengan tingkat pertumbuhan dan kepadatan penduduk kota Pontianak yang pesat mengakibatkan pengguna jembatan Kapuas 1 yang semakin banyak dan padat. Hal ini berpengaruh pada lendutan yang terjadi pada struktur akibat peningkatan beban yang diderita oleh jembatan Kapuas 1. Selain itu faktor perencanaan jembatan Kapuas 1 yang saat itu menggunakan peraturan VOSB 1963 dan PBI 1971 menjadi ukuran untuk melakukan reanalisa mengingat terus majunya ilmu pengetahuan.

Di dalam analisa dilakukan observasi lapangan dengan tujuan mendapatkan data yang sebenarnya dilapangan berupa data survey lalu lintas, foto-foto jembatan Kapuas 1 dan ukuran dimensi profil. Jembatan Kapuas 1 Pontianak terdiri dari 7 bentang dengan panjang tiap bentang adalah 60 m. Fokus analisa diambil pada elemen bangunan atas rangka induk jembatan Kapuas bentang pertama dengan kemiringan jembatan 7,5%, dengan pembatasan pada analisa gempa, reduksi baja, pengaruh susut tidak diperhitungkan. Berdasarkan data survey lalu lintas dilapangan didapatkan LHR sebesar 53859 smp, dengan data ini mengindikasikan bahwa jembatan tersebut melebihi kapasitas LHR perencanaan sehingga harus dibebani dengan pembebanan 100%. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan kekuatan struktur atas dengan RSNI T 02-2005, yang mana setara dengan AISC-LRFD99, didapat angka perpindahan hasil deformasi akibat beban ultimit adalah 0,121214 m lebih besar dari yang diijinkan yakni 1/800 dari panjang bentang 60 m yaitu 0,075 m.

Mengingat secara keseluruhan kondisi kekuatan Jembatan Kapuas 1 melewati batas ijin lendutan sehingga mengakibatkan overstress dan umurnya saat ini adalah 32 tahun yaitu telah melewati 50% umur perencanaan jembatan maka ditakutkan akan terjadi kelelahan jika terus menerus dibebani beban maksimum dan hampir statis. Namun hasil ini bukan merupakan hasil akhir karena perlu dilakukan penelitian bangunan bawah jembatan sehingga diketahui kondisi jembatan Kapuas 1 secara utuh.

**Kata kunci :** lendutan, observasi, lapangan, evaluasi, struktur atas, umur, dimensi

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kota Pontianak merupakan pusat pemerintahan provinsi Kalimantan Barat yang secara geografis terbelah oleh sungai kapuas menjadi tiga wilayah kota. Penghubung tiga wilayah kota tersebut adalah jembatan Kapuas 1, sehingga menjadi urat nadi provinsi

Kalimantan Barat dan menjadi tumpuan pembangunan Kota Pontianak.

Dengan semakin meningkatnya pertumbuhan dan kepadatan penduduk, berbanding lurus dengan jumlah pemakai jembatan yang semakin meningkat. Sehingga berpengaruh pada lendutan yang terjadi pada struktur jembatan Kapuas 1 akibat peningkatan beban yang diderita jembatan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan tingkat layanan jembatan Kapuas 1 mengindikasikan sudah menimbulkan kekhawatiran dimasyarakat. Tingkat layanan jembatan menjadi menurun karena :

1. Pertambahan jumlah penduduk yang mengakibatkan peningkatan pemakaian jembatan .
2. Kemacetan lalu lintas yang sering terjadi dan pada jam sibuk tingkat kemacetan semakin tinggi.
3. Getaran-getaran yang dapat dilihat dengan mata telanjang sehingga menimbulkan kekhawatiran masyarakat.
4. Kejadian tumbukan kapal yang kadang terjadi
5. Tidak adanya alternatif transportasi lain kecuali menggunakan ferri penyebrangan serta jembatan Kapuas 2 yang jangkauannya jauh.

Permasalahan yang lain adalah peraturan VOSB 1963 yang digunakan untuk membangun jembatan Kapuas 1 sudah diganti dengan peraturan yang baru sehingga perlu dilakukan analisa kembali dengan peraturan yang baru yakni RSNI T 02-2005, 'Apakah dengan beban saat ini kondisi struktur atas jembatan Kapuas 1 mampu menahan lendutan yang terjadi akibat beban tersebut''.

Peraturan Bina Marga dalam BMS 1992 memberi aturan bahwa struktur jembatan tidak boleh mengalami retakan, lendutan atau getaran sedemikian sehingga masyarakat menjadi khawatir atau jembatan menjadi

tidak layak untuk penggunaan atau pengurangan umur layanan.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat melakukan perencanaan struktur atas jembatan rangka baja dengan ilmu yang dipelajari di bangku kuliah.
2. Menganalisis lendutan struktur atas jembatan Kapuas 1 berdasarkan peraturan RSNI T 02-2005
3. Menganalisis apakah dimensi yang ada sekarang ini masih memenuhi syarat lendutan

## 1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat perhitungan struktur jembatan sangat kompleks maka agar penyusunan skripsi ini lebih fokus dan efektif, diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan dilakukan pada bangunan atas (*upper structure*) pada bentang dengan kemiringan 7,5%
2. Aturan yang digunakan :
  - a. Perencanaan transportasi dengan acuan MKJI 1997
  - b. BMS 1992 tentang perencanaan jembatan baja
  - c. RSNI T 02-2005 tentang standar pembebanan untuk jembatan
  - d. RSNI T 03-2005 perencanaan struktur baja untuk jembatan
3. Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD (Load Resistance and Factor Design)

4. Perhitungan menggunakan bantuan program SAP 2000 versi 14 secara 3D
5. Analisa gempa, reduksi baja, pengaruh susut tidak diperhitungkan
6. Sambungan dihitung sebagai beban tambahan 10%

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan umum

Jembatan didefinisikan sebagai suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). (H.J.Struyk dan K.H.C.W.van der Veen, 1990)

### 2.2 Jembatan Kapuas 1

Jembatan kapuas 1 Pontianak terletak di perbatasan kecamatan Pontianak Timur dan Selatan dan telah mengalami banyak perubahan jika dibandingkan kondisi tahun 1982, seperti penambahan pada jalur sepeda motor menjadi 1,75 m. Jembatan Kapuas 1 yang melintasi sungai Kapuas, terdiri dari tujuh bentang masing – masing 60 meter ditambah jarak antara bentang 7 kali 1,25 meter.

Bangunan atas rangka baja belanda dengan material baja galvanisasi, menggunakan baut *prestressed* 100%. Lantai dengan beton K 300 tebal 17-19 cm, slope 5-7% dan baja tulangan mutu U32.

### 2.3 Ketentuan dan standar yang digunakan

BMS 1992,RSNI T 02-2005, RSNI T 03-2005, dan MKJI 1997. Dua filosofi yang sering digunakan dalam

perencanaan struktur baja adalah perencanaan berdasarkan tegangan kerja/working stress design (Allowable Stress Design/ASD) dan perencanaan kondisi batas /limit states design (Load and Resistance Factor Design/LRFD). Metode ASD dalam perencanaan struktur baja telah digunakan dalam kurun waktu kurang lebih 100 tahun. Dan dalam 20 tahun terakhir prinsip perencanaan struktur baja mulai beralih ke konsep LRFD yang jauh lebih rasional dengan berdasarkan pada konsep probabilitas.

Konsep LRFD dikatakan lebih rasional dikarenakan menggunakan angka keamanan (faktor beban) yang berbeda untuk setiap macam beban, dan kekuatan penampang (faktor resistensi/ reduksi) yang berbeda untuk setiap kondisi pembebanan. Konsep ini merupakan teori kekuatan batas (Limit State Design) yakni perencanaan pada pembebanan sesaat sebelum terjadi keruntuhan dengan batasan mencapai leleh, sedangkan untuk analisa strukturnya dapat dipakai analisa elastis (profil baja tidak kompak) dan analisa plastis (profil baja kompak).

### 2.4 Aspek Lalu lintas

#### 2.4.1 Satuan Mobil Penumpang

Satuan Mobil Penumpang (smp) adalah satuan arus lalu lintas dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp (MKJI, 1997).

#### 2.4.2 Kapasitas Lalu lintas

Manual Kapasitas Jalan (MKJI) mendefinisikan kapasitas jalan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian

jalan dalam kondisi tertentu yang dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam.

#### 2.4.3 Kinerja Lalu Lintas

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai arus (Q) terhadap kapasitas (C), yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kerja dan segmen jalan (MKJI, 1997). Nilai DS menentukan apakah segmen jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Bila derajat kejenuhan yang didapat  $< 0,75$  maka jalan tersebut masih memenuhi (Layak), dan bila derajat kejenuhan yang didapat  $> 0,75$  maka harus dilakukan pelebaran.

#### 2.4.4 Volume Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1970) jalan dibagi dalam kelas terhadap volume lalu lintas harian rata-rata yang penetapannya berdasarkan fungsinya.

#### 2.5 Aspek Pembebanan

Penentuan beban desain LRFD diklasifikasikan dua aksi berdasarkan kepada lamanya aksi tersebut bekerja, yaitu:

- a) Aksi tetap atau beban tetap
- b) Aksi transien atau beban sementara

Klasifikasi ini digunakan apabila aksi-aksi rencana digabung satu sama lainnya mendapatkan kombinasi pembebanan yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan.

- a) Kombinasi batas layan
- b) Kombinasi batas ultimit

- c) Kombinasi dalam perencanaan berdasarkan tegangan kerja

Berdasarkan RSNI T 02-2005 aksi-aksi (beban, perpindahan dan pengaruh lainnya) dikelompokkan menurut sumbernya kedalam beberapa kelompok, yaitu:

- a) Aksi tetap berupa beban sendiri
- b) Beban lalu lintas terdiri atas beban lajur D dan beban truk T, Gaya rem, pembebanan untuk pejalan kaki
- c) Aksi lingkungan berupa beban angin
- d) Aksi-aksi lainnya

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Studi Penelitian

Studi penelitian adalah suatu kegiatan untuk memperjelas masalah yang akan diteliti. Bentuk kegiatan yang dilakukan antara lain kajian pustaka dan observasi lapangan.

Kajian pustaka berupa referensi-referensi yang mengacu pada teori dan standar yang digunakan. Observasi lapangan merupakan kegiatan yang langsung dilakukan dilapangan sehingga didapatkan data yang akurat.

#### 3.2 Pengumpulan data

Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

##### 3.2.1 Data Primer

Data yang diperoleh langsung dilapangan berupa pengamatan kondisi terkini jembatan Kapuas 1 dengan cara pengambilan gambar, foto, kemudian diambil kesimpulan dari keadaan

jembatan kapuas 1 saat ini. Kemudian melakukan survei kecepatan dan kendaraan yang lewat pada waktu sibuk dan waktu libur. Kegiatan ini bertujuan untuk memverifikasi keadaan jembatan Kapuas 1 saat ini.

#### 3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder berupa data profil jembatan, model jembatan, panjang dan lebar jembatan serta perkerasan jalan pada jembatan Kapuas 1. Data ini didapat melalui penelitian tesis, jurnal, serta skripsi sebelumnya.

### 4. SURVEY LALU LINTAS

#### 4.1 Survey lapangan

Survey lalu lintas dilakukan berdasarkan peraturan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Survey dilakukan pada hari Rabu 21 Agustus 2013, Kamis 22 Agustus 2013 dan Sabtu 24 Agustus 2013.

#### 4.2 Evaluasi Penentuan Kelas Jembatan

Jumlah lalu lintas harian rata-rata yang diperoleh sebesar 53859 smp. Berdasarkan peraturan Bina Marga tentang penentuan kelas jalan maka jembatan Kapuas 1 termasuk jalan kelas 1 dengan LHR lebih besar dari 20000 smp. Padahal perencanaan jembatan Kapuas 1 dirancang untuk kelas IIB yang standar ekivalensi lalu lintas nya adalah  $1500 < LHR < 9000$  smp

#### 4.3 Evaluasi Penentuan Tipe Struktur Atas Jembatan

Kapasitas sistem pembebanan jembatan sekarang adalah pembebanan dua jalur dengan intensitas beban 100% (BM 100) dengan kapasitas lebar jalur jembatan adalah minimal 7,5 m dengan

kapasitas lalu lintas lebih besar dari 15000 smp.

#### 4.4 Analisa Kapasitas Lalu Lintas

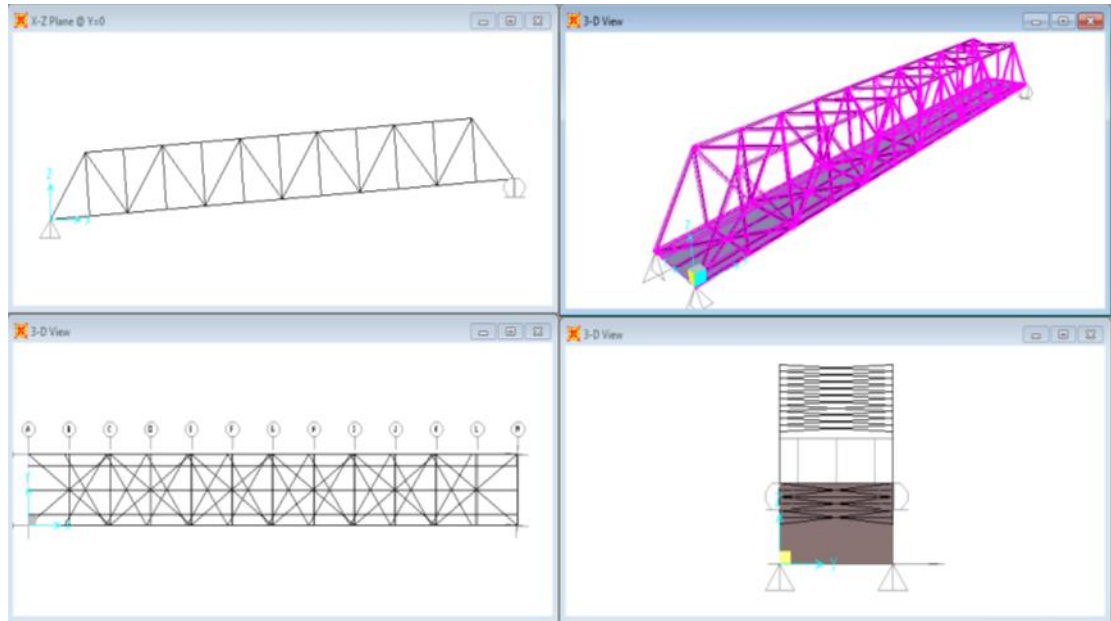
Derajat kejenuhan yang didapat rata-rata =  $1,186 > 0,75$  maka jalan tersebut tidak memenuhi (tidak Layak). Berdasarkan data serta analisa yang telah dilakukan, terlihat bahwa jembatan Kapuas 1 yang dirancang sebagai jembatan kelas B mengalami pembebanan kelas A, sehingga melatar-belakangi jembatan Kapuas 1 perlu untuk dilakukan re-analisis kembali.

### 5. ANALISA STRUKTUR dan PEMBAHASAN

#### 5.1 Geometri Struktur Atas Jembatan

Bangunan atas pada jembatan kapuas 1 merupakan bangunan rangka yang terdiri dari batang-batang bawah, batang atas, batang vertikal dan batang diagonal dengan menggunakan sistem rangka baja Hollandia Kloos NV.

Ruang lingkup analisa difokuskan pada elemen bangunan atas rangka induk jembatan Kapuas bentang pertama dengan kemiringan jembatan 7,5%. Dengan pertimbangan pada bentang tersebut akan terjadi perlambatan selain akibat tanjakan juga adanya bottle neck dan oprit (pertemuan ujung jalan pendekat dan ujung jalan jembatan) yang sering menimbulkan aksi tumbukan.



Gambar 1. Penampang bentang 7,5% jembatan Kapuas 1

## 5.2 Dimensi Jembatan

Jembatan Kapuas 1 merupakan jembatan Hollandia Kloos dengan tipe 60B.

- Gelegar memanjang profil IPE 400
- Gelegar melintang profil I 1000.250.10
- Batang atas dan bawah profil 2 UNP 350
- Batang diagonal profil I 400.246.22
- Batang vertikal profil 100.100.8
- Ikatan angin atas profil HE 160
- Ikatan angin bawah  $\perp$ 80.80.8

## 5.3 Analisa Pembebanan Jembatan

Berdasarkan ketentuan BMS 1992 akibat volume lalu lintas, trotoar dan lebar jembatan indikasi pembebanan menjadi 100%. Selain itu, dengan asumsi bahwa jembatan telah berumur 2/3 masa umur konstruksi sehingga terindikasi terjadi kelelahan baja yang berakibat penurunan kekuatan material. Namun karena keterbatasan informasi penurunan kekuatan material jembatan maka mutu material jembatan diasumsikan sama pada saat perencanaan semula.

Beban yang akan diperhitungkan adalah berta sendiri, berat jalur sepeda motor, beban mati tambahan, beban lajur D, gaya rem, beban pejalan kaki, dan beban angin.

### 5.3.1 Aksi dan Beban Tetap

#### A. Berat Sendiri (Beban Mati)

Faktor beban ultimit  $K_{MS} = 1,3$

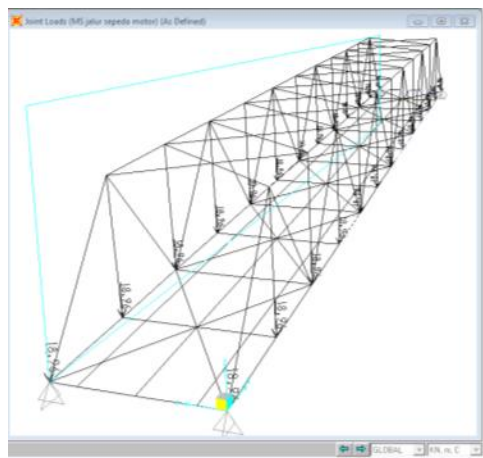
Berat sendiri elemen struktural (rangka induk, gelegar melintang,

gelegar memanjang, ikatan angin atas dan bawah dan lantai jembatan) dihitung secara otomatis oleh program SAP 2000 dengan pemodelan struktur 3-D. Berat sendiri yang akan diperhitungkan secara manual adalah berat jalur sepeda motor.

$$\text{Besar beban merata (QMS)} = \left( 20683,94 \cdot \frac{10}{1000} \right) \cdot \frac{1}{60} = 3,447 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total beban + berat sambungan (10 \%)} = 3,447 \text{ kN/m} \cdot 110 \% = 3,792 \text{ kN/m}$$

Berat sendiri jalur sepeda motor dianggap sebagai beban terpusat setiap jarak 5 m, sehingga ; PMS = 5 . 3,792 = 18,960 kN



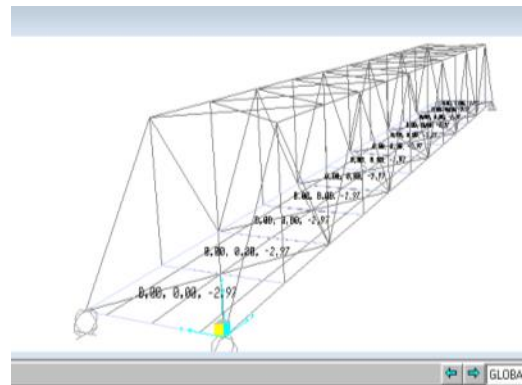
Gambar 2. Beban mati jalur sepeda motor

- B. Beban Mati Tambahan  
Faktor beban ultimit  $K_{MA} = 2,0$

Tabel 1. Beban mati tambahan

No	Jenis beban tambahan	Tebal	Berat isi	Total
		(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
1	Lapisan Aspal+overlay	0,10	22	2,200
2	Air hujan	0,05	10	0,500
Total beban				2,700

$$\text{Total beban + beban sambungan (10\%)} = 2,700 \text{ kN/m}^2 \cdot 110 \% = 2,970 \text{ kN/m}^2$$



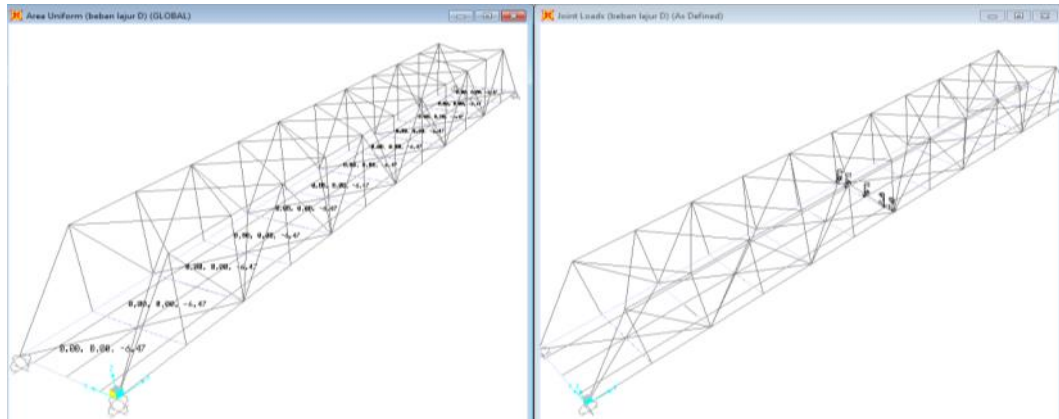
Gambar 3. Beban mati tambahan

- C. Beban Lajur D  
Faktor beban ultimit  $K_{TD} = 1,8$   
Beban merata yang bekerja pada lantai kendaraan (BTR) :  
 $qD = [5,5 \cdot q \cdot 100\% + (b1 - 5,5) \cdot q \cdot 50\%] / b1 = 6,469 \text{ kN/m}^2$

Untuk beban garis lajur D dengan  $50 < L < 90 \text{ m}$   
 $DLA = 0,4 - 0,0025 \cdot (60 - 50) = 0,375$

Beban garis pada lantai kendaraan (BGT) :  
 $pD = (1 + DLA) \cdot [5,5 \cdot p \cdot 100\% + (b1 - 5,5) \cdot p \cdot 50\%] / b1 = 64,568 \text{ kN/m}$

Distribusi beban KEL pada joint :  
 $PTD = 64,568 \cdot b / 5 = 77,482 \text{ kN}$



Gambar 4. Beban D

#### D. Gaya Rem

Faktor beban ultimit  $K_{TB} = 1,8$

Panjang total jembatan = 60 m

Besarnya gaya rem yang bekerja  $T_{TB} = 250$  kN

Beban lajur D tanpa direduksi akibat panjang bentang (penuh) :

$$q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$p = 49,0 \text{ kN}$$

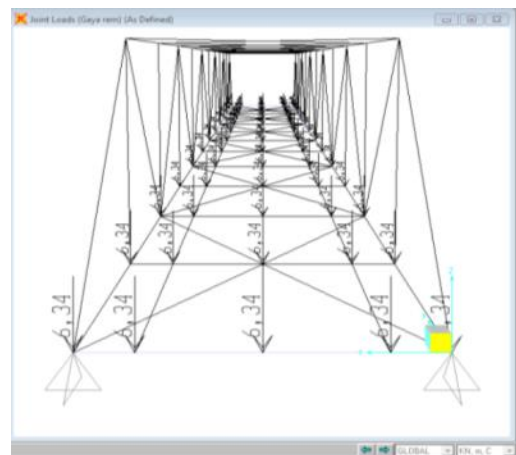
5% × Beban lajur D penuh tanpa faktor beban dinamis :

$$5\% \cdot TD = [0,05 \cdot (q \cdot b1 \cdot Lt + 3 \cdot p \cdot b1)] \cdot 2 = 412,2 \text{ kN}$$

Karena  $TTB$  lebih kecil dari  $5\% \cdot TD$  maka diambil gaya rem,  $TTB = 412,2$  kN

Gaya rem tersebut didistribusikan kesetiap joint pertemuan balok lantai jembatan dengan jumlah joint,  
 $n = 65$

Gaya rem pada setiap joint,  
 $TTB = 6,342 \text{ kN}$



Gambar 5. Gaya rem

#### E. Pembebanan Untuk Pejalan Kaki

Faktor beban ultimit  $K_{TP} = 1,8$

Panjang bentang ekuivalen  $LE = 60$  m

Lebar satu trotoar  $b2 = 1,75$  m

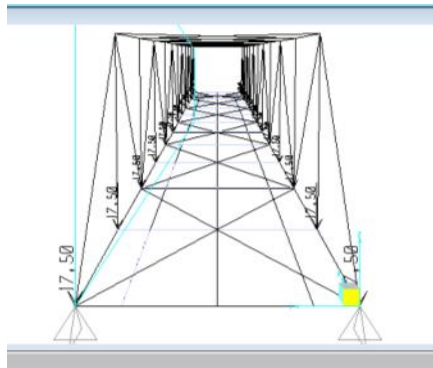
Luas bidang trotoar  $A = 2 \cdot (b2 \cdot LE) = 2 \cdot (1,75 \cdot 60) = 210 \text{ m}^2$

Sehingga dengan luas melebihi  $100 \text{ m}^2$  digunakan  $q = 2 \text{ kPa}$

Pembebanan jembatan untuk trotoar  
 $QTP = q \cdot b2 = 3,5 \text{ kN/m}$  panjang jembatan



Pembebanan didistribusikan ke setiap joint sehingga;  $3,5 \cdot 5 = 17,5 \text{ kN}$



Gambar 6. Beban pedestrian

#### F. Beban Angin

Faktor beban ultimit  $K_{EW} = 1,2$

Luas ekuivalen objek yang terkena angin untuk bangunan atas rangka adalah sebesar 30% dari luas bangunan atas yang dibatasi oleh batang tepi luar :

$$A_b = 0,3 \cdot 22 \cdot (0,5 \cdot 5 \cdot 7) = 115,5 \text{ m}^2$$

Beban angin pada rangka jembatan :

$$T_{EW} = 0,0006 \cdot 1,25 \cdot 352 \cdot 115,5 = 106,116 \text{ kN}$$

Gaya angin tersebut didistribusikan kesetiap joint pada rangka jembatan dengan jumlah joint,

$$n = 24$$

Gaya angin pada setiap joint

$$T_{EW} = 4,4215 \text{ kN}$$

Beban angin merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan :

$$T_{EW} = 0,0012 \cdot 1,2 \cdot (35)^2 = 1,764 \text{ kN/m}$$

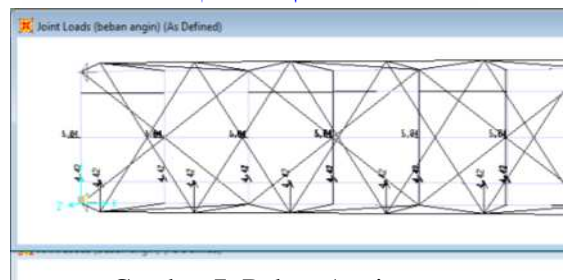
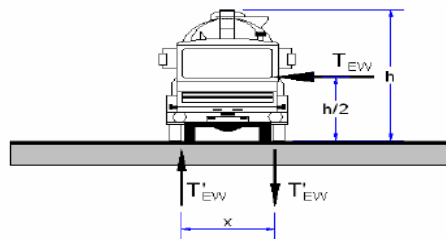
Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2,00 m diatas lantai jembatan.  $h = 2,00 \text{ m}$

Jarak antara roda kendaraan

$$x = 1,75 \text{ m}$$

Transfer beban angin ke joint lantai jembatan,  $T'_{EW} = [(T_{EW} \cdot h/2) / x] \cdot 5$

$$= 5,04 \text{ kN}$$



Gambar 7. Beban Angin

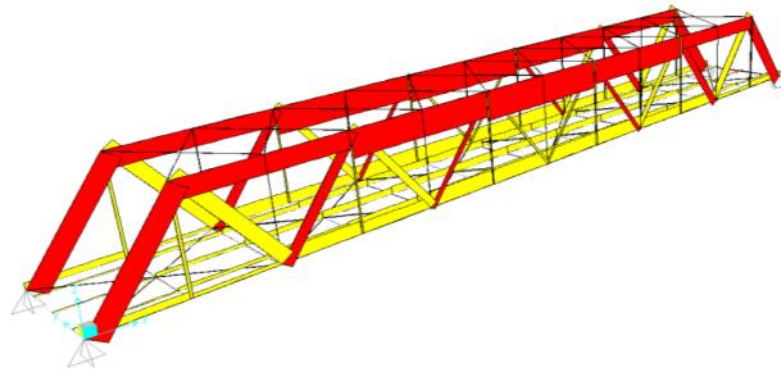
#### G. Kombinasi Pembebanan

Tabel 2. Kombinasi beban ultimit

Aksi/Beban		Faktor Beban	Kombinasi					
			1	2	3	4	5	70%
A	Aksi Tetap							
	Berat Sendiri	P <sub>MS</sub>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	0,91
	Beban Mati Tambahan	P <sub>MA</sub>	2	2	2	2	2	1,4
B	Aksi Transien							
	Beban Lajur "D"	T <sub>TD</sub>	1,8	1	1			1,26
	Gaya Rem	T <sub>TB</sub>	1,8	1	1			1,26
	Beban Trotoar	T <sub>TP</sub>		1,8			1,8	
C	Aksi Lingkungan							
	Beban Angin	T <sub>EW</sub>	1		1,2			0,7

#### 5.4 Hasil Analisa Gaya Dalam

##### 5.4.1 Hasil Gaya Dalam



Gambar 8. Diagram gaya aksial

Tabel 3. Hasil perhitungan gaya aksial

Tarik/Tekan	Posisi	Aksial (kN)				
		Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Kombinasi 4	Kombinasi 5
Tarik	Angin Atas	21,455	16,726	15,222	9,3	10,954
	Angin Bawah	193,235	149,786	139,852	84,772	99,928
	Diagonal	2233,67	1753,583	1631,678	1013,018	1194,221
	Vertikal	394,063	311,59	289,332	180,211	213,583
	Batang Atas	-	-	-	-	-
Tekan	Batang Bawah UPN 350	2924,596	2267,643	2114,807	1282,171	1511,549
	Batang Bawah IPE 400	1507,244	1169,833	1090,019	662,119	780,514
	Batang Bawah melintang	23,39	20,602	17,369	12,961	15,381
	Angin Atas	29,248	19,475	22,698	10,719	12,627
	Angin Bawah	-	-	-	-	-
Tekan	Diagonal	2983,377	2352,067	2186,896	1370,015	1616,677
	Vertikal	-	-	-	-	-
	Batang Atas	5412,031	4177,205	3893,7	2339,11	2757,587
	Batang Bawah melintang	220,857	166,54	162,492	94,096	110,923

##### 5.4.2 Hasil Deformasi

Setelah dilakukan analisa ulang dengan menggunakan program SAP2000 versi 14 berdasarkan beban RSNI T 02-2005 terhadap analisa lendutan, dan dimensi yang ada, jika ditinjau terhadap titik buhul yang terletak ditengah bentang (dengan asumsi dititik tersebut akan terjadi lendutan yang paling besar) maka rata – rata kombinasi pembebanan 100% adalah :

$$(0,1656 + 0,1351 + 0,1267 + 0,0771 + 0,0898) / 5 = 0,11886 \text{ m}$$

Berdasarkan pedoman PPMJR bahwa jembatan Kapuas 1 merupakan jembatan kelas B dengan pembebanan sebesar 70% BM didapat angka 0,0832 m.

Hasil ini melebihi syarat lendutan rata – rata yang diijinkan yaitu  $1/800L = 0,075 \text{ m}$  menurut Petunjuk Teknis Desain Struktur Rangka Baja di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2009.

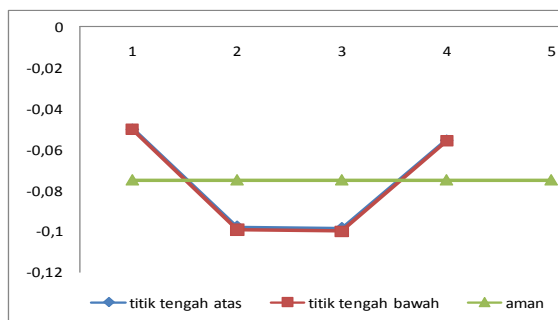


Gambar 9. Riwayat defleksi beban ultimit

Angka defleksi yang dihasilkan akibat beban dalam kondisi daya layan, tidak sepenuhnya memenuhi standar yang diijinkan (0,075 m). Berdasarkan analisa yang dilakukan memperlihatkan akibat beban lajur D sangat mempengaruhi kondisi jembatan. Berikut hasil rata – rata akibat kombinasi layan :

$$(0,05053 + 0,09924 + 0,0999 + 0,05598) / 4 = 0,0764525 \text{ m}$$

Kondisi akibat beban yang dikombinasikan dengan beban lalu lintas mengakibatkan lendutan tidak memenuhi syarat lendutan karena lebih dari lendutan yang diijinkan.



Gambar 10. Riwayat defleksi beban Layan

## 5.5 Pembahasan

### 5.5.1 Cek kekuatan struktur

Berdasarkan hasil analisa struktur terhadap dimensi yang ada pada saat ini

dengan beban baru berdasarkan RSNI T 02-2005 terdapat keadaan overstress yaitu kelebihan beban pada beberapa penampang baja seperti berikut:

1. Penampang yang masih aman adalah ikatan angin atas, batang vertikal
2. Ikatan angin bawah terdapat pesan “warning kl/r > 200” yaitu merupakan syarat kelangsingan, hal ini akan dapat perhatian serius jika terjadi dalam kolom atau balok yang memiliki gaya axial tekan yang cukup besar (untuk menghindari bahaya buckling). Untuk elemen balok murni, batas kelangsingannya yaitu:  $l/r < 300$ . Dengan nilai 1 tanpa perlu dikalikan dengan nilai k (faktor panjang efektif).
3. Batang diagonal tepi disetiap ujung mengalami overstress
4. Untuk geagar melintang masih dalam keadaan aman
5. Pada batang atas nilai stress ratio-nya rata-rata pada nilai diatas 1, sehingga berada pada kondisi overstress
6. Pada batang bawah didaerah kedua ujung berada pada kondisi overstress

## 5. KESIMPULAN dan SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil komputasi SAP 2000 v 14 dengan pembebanan 100%, yang sesuai dengan RSNI T 02-2005, yang mana setara dengan AISC-LRFD99, didapat angka lendutan dari lima kombinasi pembebanan ultimit rata-rata = 0,1184 m lebih besar dari yang diijinkan yaitu  $1/800L = 0,075 \text{ m}$  (Petunjuk Teknis Desain Struktur

Rangka Baja di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2009).

- Ditinjau dari kombinasi beban batas daya layan, lendutan rata rata didapat 0,0764525 m lebih dari 0,075 m (lendutan ijin).
- Berdasarkan analisa lendutan secara analitis komputasi dan pembebanan 100%, dimensi yang ada sekarang ini tidak memenuhi syarat lendutan karena melebihi syarat lendutan yang diijinkan.
- Kondisi pada dimensi struktur atas jembatan Kapuas 1 sebagian mengalami overstress sehingga jika mengingat umur, ditakutkan akan terjadi kelelahan jika terus menerus dibebani beban maksimum dan beban tersebut hampir statis.

## 5.2 Saran

- Mengingat kebutuhan pergerakan arus lalu lintas yang semakin meningkat dengan ditandai meningkatnya volume lalu lintas, sedangkan kapasitas jalan jembatan Kapuas 1 kota Pontianak tidak lagi mencukupi, maka perlu dibuat alternatif pemecahan volume lalu lintas, seperti membuat jalur penyebrangan baru atau membangun jembatan baru dan menambah fery.
- Mengingat pada beberapa elemen batang mengalami kelebihan beban (overstress), maka perlu dilakukan pengurangan sejumlah kendaraan berat dengan tujuan agar kondisi pembebanan maksimum tidak terjadi sehingga struktur atas jembatan tetap aman dan dapat digunakan.
- Hasil analisa yang telah dilakukan berdasarkan peraturan RSNI T 02-2005 melewati lendutan yang diijinkan. Namun ini bukan hasil akhir karena perlu dilakukan

penelitian bangunan bawah jembatan sehingga diketahui kondisi jembatan secara utuh.

- Hasil penulisan skripsi ini kiranya dapat menjadi bahan pertimbangan dan sebagai data-data pelengkap yang mungkin diperlukan untuk pemeriksaan komponen-komponen yang lain pada struktur atas jembatan dilapangan untuk kegiatan pemeliharaan selanjutnya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal BINA MARGA

Departemen Pekerjaan Umum  
Republik Indonesia. *Petunjuk  
untuk perakitan dan pemasangan  
jembatan baja class ABC.*  
HOLLANDIA KLOOS.

Learning, ILT. 2009. *19 Aplikasi  
Rekayasa Konstruksi 2D dengan  
SAP 2000*. Jakarta: PT. Elex  
Media Komputindo.

Learning, ILT. 2008. *Belajar sendiri  
SAP 2000 Versi 10*. Jakarta: PT.  
Elex Media Komputindo.

Lestyowati, Yoke. 2011. *Kajian  
Penerapan Forensic Civil  
Engineering Jembatan Rangka  
Baja*. Pontianak: Universitas  
Tanjungpura.

Pande, Made. 2013. Made Pande's Blog.  
September 30, 2013.  
[http://madepande84.blogspot.com  
/2013/11/verify-analysis-vs-  
design-section.html](http://madepande84.blogspot.com/2013/11/verify-analysis-vs-design-section.html)

RSNI T-02-2005. *Standar Pembebanan  
untuk Jembatan*. Badan  
Standarisasi Nasional.

Salmon, Charles G., dan John E.  
Johnson. 1997. *STRUKTUR  
BAJA. Desain dan Perilaku. Edisi  
Kedua. Jilid 1*. Jakarta:  
PENERBIT ERLANGGA.

Sistem Manajemen Jembatan - BMS –  
Peraturan Perencanaan Jembatan :  
Bagian 2 Beban Jembatan 1992.

Struyk, H. J.; van der Veen, K. H. C.  
W., dan Soemargono. 1990.  
*Jembatan*. Jakarta: Pradnya  
Paramita.